

Röntgenologische Untersuchungen
nach Tetanus
bezüglich Wirbelkörperkompressionsfrakturen

von
Ingrid Langhammer
aus Leipzig

1965

Aus der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Prof. Dr. G. Hegemann

RÖNTGENOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN NACH TETANUS
BEZÜGLICH WIRBELKÖRPERKOMPRESSIONSFRAKTUREN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Ingrid Langhammer
aus Leipzig

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. D. Keidel

Referent: Prof. Dr. G. Hegemann

Tag der mündlichen Prüfung: 25. Feb. 1965

MEINEN ELTERN IN DANKBARKEIT

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A) Problemstellung	1
B)) Der Wundstarrkrampf	
1. Bakteriologie	3
2. Zur Symptomatik	4
C) Frühere Untersuchungen	7
D) Eigene Untersuchungen	
1. Entstehung und Klinik der Wirbelsäulenfraktur	15
2. Röntgenaufnahmetechnik der Wirbelsäulenfraktur	20
3. Kasuistik	23
4. Ergebnisse der Röntgenuntersuchungen	30
5. Diskussion	33
E) Zusammenfassung	36
F) Literaturverzeichnis	37

A) Problemstellung

Formveränderungen der Brustwirbelsäule in der sagittalen Ebene nach akutem Tetanus sind in dem medizinischen Schrifttum verschiedentlich beschrieben worden. Bei den Veränderungen handelt es sich um eine mehr oder minder starke Vermehrung der Brustkyphose oder um eine Gibbusbildung im Brustwirbelsäulenabschnitt. Diese Verformungen der Wirbelsäule treten fast alle unbemerkt während der akuten Tetanusanfälle auf, da die Tetanuserkrankung als solche die Aufmerksamkeit auf sich zieht. Nur V i g a n o (100) beschreibt einen Fall, bei dem bei einem Kinde am 4. Tag des Auftretens eines Tetanus eine Kyphose des 7. bis 9. Brustwirbels beobachtet wurde.

In den Veröffentlichungen von L e h n d o r f f, M e y e r und W e i l e r (61), B e c h e r (6), E b e r s t a d t (23), S p i e ß (90) und E r l a c h e r (25) wurden die vermehrten Brustkyphosen und deren Entstehungsmechanismus ausführlich erörtert. Auch auf die dabei entstandenen Wirbelkörperveränderungen wurde eingegangen. Mit der Weiterentwicklung der Röntgenaufnahmetechnik, speziell der seitlichen Wirbelsäulenaufnahme, wurde immer einwandfreier der Nachweis erbracht, daß beim Tetanus Kompressionsfrakturen der Wirbelkörper entstehen können, die ihrerseits die Kyphose bzw. die Gibbusbildung zur Folge haben. Auf Grund dieser Erkenntnis begannen einzelne Autoren Sektionen der Wirbelsäule von Patienten, die infolge der Wundstarrkrampferkrankung ad exitum kamen, durchzuführen und bestätigten die Frakturen.

Die klinischen Zeichen der Kompressionsfrakturen sind nicht sehr eindrucksvoll. Nach vorn ausstrahlende Rückenschmerzen, Klopfempfindlichkeit der Dornfortsätze der betroffenen Wirbel, eine vermehrte Brustkyphose und Bewegungseinschränkung sind die Symptome. Die sichere Diagnose einer Wirbelkörper-

kompressionsfraktur kann jedoch nur in allen Fällen das Röntgenbild erbringen. Deshalb sind routinemäßige Röntgenuntersuchungen der Wirbelsäule nach Wundstarrkrampf unbedingt zu fordern.

Über die Häufigkeit des Vorkommens von Frakturen nach Tetanus stellte C h a s i n (15) die ersten Nachuntersuchungen an. Seine und die Zahlen späterer Nachuntersuchungen zeigen große Schwankungen. Die angegebene Häufigkeit liegt zwischen 89% (W i n t e r s t e i n (104)) und 5% (K a r - c h e r).

Aus dem Krankengut der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg wurden 11 Patienten, nach überstandenen Tetanus, einer Röntgennachuntersuchung unterzogen. Diese Arbeit soll ein Beitrag zur Klärung des Krankheitsbildes der posttetanischen Wirbelsäulenveränderungen sein. Auf Grund der vorhandenen Literatur und einiger eigener Fälle soll etwas über die Entstehung und die Art der Frakturen ausgesagt werden.

B) Der Wundstarrkrampf

1. Bakteriologie

Der Tetanus ist wegen seines in Krieg und Frieden gleich tückischen Auftretens, seines dramatischen Verlaufs und seiner hohen Sterblichkeit bereits den Ärzten der Antike bekannt gewesen und als einheitliches Krankheitsbild schon von Hippokrates beschrieben worden. Trotz des schon bekannten Zusammenhangs zwischen Verletzung und Tetanus konnte die Aufklärung der infektiösen Genese erst im Zeitalter der Bakteriologie erfolgen. Im Jahre 1884 gelang es den Italienern C a r l e und R a t t o n e die Übertragung des Wundstarrkrampfes von Mensch auf Tier zu beweisen, und zwar durch die Injektion der Aufschwemmung von mit Tetanusbazillen infiltriertem Gewebe aus der Umgebung einer Aknepustel, von der ein tödlicher Tetanus ausgegangen war. Im gleichen Jahre entdeckte N i c o l a i e r den Tetanusbazillus in Erdproben, deren Verimpfung bei Tieren einen experimentellen "Erdstarrkrampf" erzeugt hatte. Den gleichen Erreger konnte dann 1886 R o s e n b a c h auch beim menschlichen Tetanus nachweisen. Seine Reinkultur gelang dem im R.Koch'schen Institut arbeitenden Japaner K i t a - s a t o 1887, der auch mit dem bakterienfreien Kulturfiltrat das gleiche Krankheitsbild hervorrufen und so die Bedeutung des Tetanustoxins nachweisen konnte. 1890 stellte dann E. v. B e h r i n g das spezifische Antitoxin her und ermöglichte damit eine kausale Tetanustherapie.

Der Erreger des Wundstarrkrampfes, *Clostridium tetani*, ist ein schlankes, bewegliches Stäbchen, ein obligater Anaerobier, der endständige Sporen bildet und dadurch im mikroskopischen Bilde Trommelschlägerform annimmt. Die Sporen sind außerordentlich widerstandsfähig gegenüber Hitze und Austrocknung. Sie halten sich, mit dem Dung von Pferden und

Rindern in die Erde gebracht, jahrelang und sind jederzeit infektionsfähig, wenn sie direkt oder mit Fremdkörpern (Geschossen, Holzsplittern, Dornen u.ä.) in den menschlichen Körper gelangen. Die von F i r o r 1940 nachgewiesenen, sich nur durch Agglutination unterscheidenden, neun Gruppen von Tetanusbazillen produzieren dasselbe Toxin, welches 1947 von P i l l e m e r und W a r t m a n n krystal-linisch dargestellt werden konnte. Es besteht aus zwei Fraktionen, einer neurotoxischen, die E h r l i c h Tetanospasmin nannte und welche die Krämpfe hervorruft, und einer haemolytischen, der er den Namen Tetanolysin gab. Trotz der dramatischen Erscheinungen, die die Infektion mit dem Tetanusbazillus hervorruft, ist er in Reinkultur praktisch harmlos, wie sich zeigte, als man eine solche in normales Gewebe eines empfänglichen Tieres injizierte.

2. Zur Symptomatik

Der Tetanus ist eine Wundinfektionskrankheit und benötigt als Eintrittspforte einen Epitheldefekt. Dieser kann in einer unscheinbaren Schürfwunde bestehen oder in einem nicht beachteten Holzsplitter unter der Haut, der mit einem noch so kleinen Eiterherd eingeheilt ist - sogenannte "ruhende Infektionen" - und nicht selten nach spontaner oder operativer Mobilisierung aufflackern und zum "Spättetanus" führen kann. Besonders disponierend sind jedoch tiefe, unter der Haut gelegene, mit Gartenerde, Straßenschmutz, Pferdemit u.a. verunreinigte Wunden und buchtenreiche Trümmervunden, in denen der Erreger das ihm gemäße anaerobe Milieu vorfindet. Hier vermehren sich die Bazillen, dringen jedoch nicht tief in das Gewebe ein und stören auch die Wundheilung kaum. Dagegen werden die Erregertoxine von den peripheren Nerven aufgenommen und wandern in den perineuralen Lymphbahnen der Nerven aufwärts zum Rückenmark und lösen dort die verhängnisvollen Krampferscheinungen aus.

Das Initialsymptom stellt stets der Trismus dar, ein durch den dritten Ast des Trigeminus ausgelöster Kaumuskelkrampf. Nicht immer gleich ist diese Kieferklemme vollkommen. Die Kranken klagen oft zunächst nur über eine gewisse Steifigkeit beim Mundöffnen. Wenn dann der eingeführte Finger bei aktiver Mundöffnung den Masseterwulst gespannt fühlt, dann ist die Diagnose "Tetanus" gesichert (Rosesches Frühsymptom). Diesem gesellt sich bald eine Kontraktur der vom Fazialis innervierten mimischen Gesichtsmuskulatur hinzu, wodurch ein fratzenhaft lächelnder Ausdruck, der sogenannte Risus sardonius, entsteht. Im weiteren Verlauf erstreckt sich der Kramp fzustand auf die Nacken- und Rückenmuskulatur (Opisthotonus) und auf die unteren Extremitäten. Während eines Krampfes bietet der in Schweiß gebadete Patient mit überstrecktem Rücken und verzerrtem Antlitz einen grauenhaften Anblick. Die Schweißproduktion ist wohl als Folge der muskulären Dauerkontraktion anzusehen. Tritt noch eine Starre der Interkostal- und Zwerchfellmuskulatur hinzu, so ist trotz Tracheotomie und Sauerstoffbeatmung der tödliche Ausgang durch Erstickten meist unvermeidlich. Bis zum letzten Augenblick ist der Patient bei klarem Bewußtsein. Durch äußere Reize aller Art können die Krämpfe ausgelöst werden. Die Temperatur bleibt, sofern nicht anderweitige Wundkomplikationen vorliegen, unbeeinflusst.

Die Inkubationszeit beträgt in den meisten Fällen 7 bis 14 Tage, doch werden in der Literatur Inkubationszeiten zwischen 24 Stunden und 239 Tage beschrieben (B r u c e). In der Chirurgischen Klinik der Universität Erlangen konnten 1955 52 Tage (nach einer Unterschenkelfraktur) und 1961 45 Tage (nach einem Unterschenkeltrümmerbruch) als längste Inkubationszeiten beobachtet werden. Die Dauer der Inkubationszeit ist nach S c h m i t t abhängig von der Zahl der eingebrachten Keime, der Schnelligkeit ihrer Vermehrung und der hiervon abhängigen Giftmenge. So zeigten Mäuse nach Injektion von 500 000 MLD Tetanustoxin bereits

nach 34 Minuten die ersten Symptome und starben nach einer Stunde (L i n d e r (54)). Seine Prognose ist um so schlechter, je kürzer die Inkubationszeit ist.

Der Tetanus wird nach den charakteristischen Symptomengruppen eingeteilt in den sogenannten ascendierenden oder lokalen Tetanus und in die descendierende oder Allgemeinform. Da der lokale Starrkrampf auch bei Gesichtsverletzungen auftreten kann, wird manchmal eine Fazialislähmung auf der einen Seite durch rasche, leichte Dauerkontraktion der Muskulatur auf der anderen Gesichtsseite vorgetäuscht.

Der Wundstarrkrampf kann aber auch nach seiner Heilung noch Spät- und Dauerschäden hinterlassen. Schon frühzeitig sind Steifigkeiten in den Gelenken beschrieben worden (R o s e 1897: Stadium ankyloticum) durch nicht ganz behobene Starre und beginnende fettige oder bindegewebige Degeneration der Muskeln (L e u b e), die auch zu Fehlstellungen von Gelenken führen können; so berichteten F a l d i n i (27) und L i n d e r (54) über je einen Fall, bei dem es nach Tetanus zu einer Spreizfußstellung kam. Über psychische Veränderungen - leichte Ermüdbarkeit, mangelnde Konzentration - und über Muskelschwäche berichtet P o r t m a n n (77) als Tetanusfolge, die er bei den meisten von ihm nachuntersuchten Patienten gefunden habe. L ö h r (57) mißt der Muskelschwäche eine große Bedeutung zu für die Entstehung der posttetanischen Wirbelsäulenveränderungen, die wohl die wichtigsten und häufigsten Tetanusfolgen darstellen.

C) Frühere Untersuchungen

Im Schrifttum werden schon frühzeitig verschiedene Kontrakturen nach Tetanus beschrieben. So schildert R o s e 1897 in seiner ausführlichen Monographie das "Stadium ankyloticum". Es finden sich jedoch in seiner Arbeit noch keine Angaben über Formveränderungen der Wirbelsäule. Im Jahre 1907 berichtet L e h n d o r f f vor der Gesellschaft für innere Medizin und Kinderheilkunde in Wien über einen 12jährigen Knaben, bei dem im Verlaufe eines Tetanus eine Kyphose der oberen Brustwirbelsäule, deren Höhe der 5. Brustwirbel bildet, entstand. Es war die erste Beobachtung dieser Art, zu der auch ein Röntgenbild vorlag. Als Ursache wurden Muskelkrämpfe im Verlaufe des Wundstarrkrampfes angesehen. Erst mit Häufung von Tetanuserkrankungen im Weltkrieg erfolgten zu diesem Thema weitere Mitteilungen (P r i b r a m 1914, M e y e r und W e i l e r 1917 (61)).

1919 berichtet E b e r s t a d t (23) von einer bei einer Obduktion gefundenen posttetanischen Wirbelsäulenschädigung. Es handelt sich um einen 29jährigen Mann, der zwei Monate nach einer Verletzung an Tetanus erkrankte, in dessen Verlauf sich klinisch eine Kyphose ausbildete, die im weiteren Verlauf der Krankheit zum Gibbus wurde. Die von F i s c h e r durchgeführte Sektion zeigte erstmalig autoptisch, daß die betroffenen Wirbel nicht durch anderweitige Krankheitsprozesse verändert waren. Mikroskopisch finden sich im Bereich der veränderten Wirbel "zahlreiche zertrümmerte, zerbrochene und zusammengepreßte Knochenbälkchen, die einen ziemlich regellosen Haufen bilden. An vielen Stellen ist das Knochenmark durch ein ödematöses, gefäßreiches Faserwerk ersetzt, das Herde kleiner Rundzellen mit reichlichem Protoplasma und einigen Plasmazellen enthält. Damit war bewiesen, daß gesunde Wirbel bei Tetanus allein durch den Krampf der Muskulatur frakturieren können."

1927 veröffentlichte B a c k e r (3) einen sehr akut verlaufenden Fall von Tetanus, der in 2 Tagen ad exitum kam. Bei der von S c h m o r l durchgeführten Sektion zeigte sich, außer mechanischer Zerstörung, völlig intakter Knochen. Der 3. bis 5. Brustwirbel war mehr oder weniger stark komprimiert, außerdem fand sich noch eine ausgedehnte und umfangreiche Blutung in das lockere Bindegewebe, die sich teilweise bis in das lockere Bindegewebe des hinteren Mediastinums erstreckte. An den komprimierten Wirbeln fiel auf, daß sie ungewöhnlich blaß sind, während in einem Zwischenwirbelraum eine halblinsenförmige, in der Mitte 3 mm hohe Abhebung der Bandscheibe bestand, die durch Blutgerinnsel ausgefüllt war. Die Spongiosa war bei diesem Fall um so blasser, desto mehr der Wirbel komprimiert war. Weitere Sektionsbeobachtungen stammen von S c h a r s i c h 1931 (89), R o g g e 1937 (85) und N e u d ö r f e r 1937 (68).

In der Literatur sind zahlreiche einschlägige Fälle beschrieben worden, die in der Tabelle 1 von 1918 bis 1962 zusammengefaßt sind.

Wie man daraus ersehen kann, sind vorwiegend Patienten im ersten und zweiten Lebensjahrzehnt betroffen. So fanden M o o r e und S i n g l e t o n, daß 46% ihrer Tetanuskranken Jugendliche bis zu 20 Jahren waren, und daß die bis zum 30. Lebensjahr erkrankten 64% ausmachten. K ö l e (45) fand als entsprechende Zahlen 40% und 52%. In den 87 Fällen der Literatur, bei denen posttetanische Wirbelsäulenschädigungen gefunden wurden und bei denen das Alter angegeben war, sind 86% bis zu 20 Jahren und 11% bis zu 30 Jahren alt. Dieser Umstand findet in der Entwicklung des Wirbelsäulenskeletts, die erst nach Beendigung des Längenwachstums des Körpers im 21. bis 25. Lebensjahr abgeschlossen ist, seine Erklärung. Bis zu diesem Zeitpunkt bildet die Wirbelsäule gegenüber jeder mechanisch-traumatischen Einwirkung einen Locus minoris resistentiae.

Tabelle 1: Übersicht über die in der Literatur erschienenen Fälle mit posttetanischen Wirbelschädigungen:

Jahr - Verfasser	Nr.	Alter	1	2	3	Brustwirbelsäule										LWS		
						4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
1918 Becher, Spieß	1	23	m			x	x	x	x									
Eberstadt	2	29	m			x	x	x										
1919 Brunzel	3	9	w													x	x	
	4		m														x	
1921 Spieth	5	17	m			x	x											
Erlacher	6	10	m					x	x									
	7	12	w					x										
Wittek	8	20	m							x								
1923 Wilhelm	9	16	m					x	x	x								
	10	14	w			x	x	x	x		x							
1927 Bäcker	11	15	m			x	x	x										
Pusch	12	15	w					x	x	x								
1929 Mironesku und	13	12	m							x								
Angenomen	14	16	m							x								
1931 Scharsich	15	17	w							x	x	x	x					
	16	31	m							x								
1932 Chasin	17	13	m							x	x							
	18	10	m							x	x	x						
	19	17	w							x	x	x						
	20	21	m									x	x	x				
	21											x	x	x				
	22											x	x	x				
	23											x	x	x				
	24	17	w			x	x	x	x									
	25	30	m							x	x	x						
	26	14	w			x	x	x	x	x								
	27	10	w			x	x	x	x	x								
	28	15	m							x	x	x	x	x	x			
	29	26	m									x	x	x	x			
1933 Rychlik	30											x	x					
1934 Faldini	31	14	m									x	x	x				
Kamniker	32	14	m									x	x	x	x			
1935 Vigano	33		m									x	x	x				
Nagy	34	10	m			x	x	x	x	x	x							
Clarenz	35	35	m									x						
	36	25	m									x						
	37	14	w			x	x	x	x	x								
	38	15	m									x						
	39	27	m									x						
1936 Gracianskij	40	10	m									x	x	x				
	41	13	m									x	x	x				
Schlösser	42	13	m									x	x	x	x	x		
1937 Rivolta	43	12	w															
Rogg	44		m									x	x					
Pokorny	45	10	m			x	x	x	x	x	x	x	x	x				
Grashey	46	11	m									x	x	x	x			
Portmann	47	11	m															
	48	23	m															
	49	17	m															

			Brustwirbelsäule																								L
Jahr - Verfasser	Nr.	Alter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1												
	Reddingius	50	13	w		x	x	x	x																		
		51	16	m					x	x																	
		52	16	m		x	x	x	x																		
		53	21	m						x																	
		54	11	m			x	x	x	x	x																
	Neudörfer	55			x	x	x	x																			
1938	Feistmann-Lutterbeck	56	8	m						x																	
	Rand	57	12				x	x	x																		
		58	9				x	x	x																		
		59	7				x	x	x	x																	
1939	Fromme-Wachs	60	7	m			x	x	x	x	x																
		61	12	m			x	x	x																		
	Löhr	62	14	w	x	x																					
	Pizziolo	63				x	x	x	x																		
1941	Axel'rad	64	8	w		x	x		x	x																	
1942	Güntz	65	12	m		x	x	x																			
1947	Fanconi	66	9	w				x	x	x	x	x															
1948	Wenzl	67	29	w					x	x	x																
1951	Ode	68	12	w					x	x	x																
1952	Follmer	69	8	m		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x											
1954	Müller	70	11	w			x	x	x	x																	
		71	12	m			x	x	x	x																	
		72	9	w				x	x	x																	
1954	Kirchmair	73	9	w	x	x	x	x	x	x	x	x	x														
		74	11	m			x	x	x	x	x	x															
1955	Kubicz	75	14	m		x	x	x																			
1959	Colangelo	76	16	m		x	x	x	x	x	x	x															
1960	Lippert und Pokieser	77	11	w							x																
		78	16	m			x	x	x																		
		79	17	w			x																				
		80	8	m		x						x															
1961	Haluzický	81	15	m			x	x	x	x																	
1962	Sujoy	82	6	m			x	x	x																		
		83	9	m				x																			
		84	3	m			x	x	x																		
		85	3	w					x																		
		86	10	m			x	x	x	x																	
		87	2	m				x																			
		88	9	m			x	x																			
		89	1/24	m				x																			
		90	7	m			x	x	x																		
		91	3	m				x																			
		92	4	w			x	x																			
		93	10	w						x																	
		94	6	w			x	x	x																		
		95	1	w			x	x	x	x																	
		96	2	m			x	x																			
1964	eigene Fälle	97	39	w		x	x	x	x																		
		98	17	m		x	x	x	x																		

Es zeigt sich, daß das männliche Geschlecht häufiger posttetanische Wirbelsäulenschädigungen erleidet als das weibliche. R o b e r g (84) stellte eine dreimal so hohe Beteiligung des männlichen Geschlechts fest. In der mir zugänglichen Literatur war bei 89 Fällen das Geschlecht angegeben; davon entfielen 61 auf das männliche und 28 auf das weibliche. Das männliche Geschlecht zeigt hier also noch immer eine mehr als doppelt so hohe Beteiligung. Es erkrankt allerdings auch häufiger an Tetanus, aber nicht so sehr, daß es dem oben angegebenen Verhältnis entsprechen würde. K ö l e (45) fand in Deutschland für die Tetanusborditität ein Geschlechtsverhältnis von 58% männlichen Erkrankten zu 42% weiblichen. Da beim männlichen Geschlecht die Muskulatur kräftiger ausgebildet ist, erklärt diese Überlegung das oben angegebene Zahlenverhältnis. Die beim Krampf wirksame Muskelkraft ist bei manchen Menschen so groß, daß die Brustwirbel durch die Muskelwirkung aufeinandergepreßt und zwischen den lordotisch gebeugten Schenkeln der Wirbelsäule wie Nüsse geknackt werden (M e r t e n s und B a d e r (60)).

Die durch den Tetanus hervorgerufenen Veränderungen der Wirbelsäule liegen im Bereich der physiologischen Wirbelsäulenkypnose. Bei 98 Fällen der Literatur fanden sich 307 Wirbelschädigungen. Am häufigsten sind D₅ und D₆ geschädigt. Im Durchschnitt waren 3 bis 4 Wirbel betroffen. In der Literatur sind nur 21 Fälle beschrieben worden, bei denen nur ein Wirbel verändert war (E r l a c h e r, W i t t e k, M i r o n e s k u und A n g e n o m e n, S c h a r s i c h, P o r t m a n n, R e d d i n g i u s, C l a r e n z, F e i s t m a n n - L u t t e r b e c k, M e r c k e l b a c h, L i p p e r t und P o k i e s e r, S u j o y). Bei den angegebenen Befunden handelt es sich des öfteren um Spätfunde, bei denen die Möglichkeit besteht, daß sich eine vorher bestandene Wirbelschädigung wieder ausgeglichen hat (K a m n i k e r (43)).

Andere Lokalisationen von Frakturen infolge tetanischen Muskelkrampfs als an der Brustwirbelsäule sind seltene Ausnahmen. 1919 beschreibt B r u n z e l (12) zwei Fälle, bei denen die Wirbelsäulenveränderungen in der Lendenwirbelsäule lokalisiert waren. Allerdings handelt es sich in beiden Fällen um Schußverletzungen der Lendengegend. B ä c k e r (3) glaubt, daß die Geschoßsplitter bei diesen Fällen auf ihrem Weg zu der Stelle, wo sie später festgestellt wurden, die Wirbelkörper verletzt hätten, auch wenn dies röntgenologisch nicht darstellbar war. Daß die Möglichkeit einer tetanischen Fraktur eines vorher leicht verletzten Knochens besteht, zeigt der von B a i s c h veröffentlichte Fall, bei dem es durch Geschoßeinwirkung zu einer leichten Infraktion des Oberschenkelknochens kam, der dann im nachfolgenden Tetanus frakturierte. E r l a c h e r (25) hingegen nimmt an, daß der in der Nähe gelegene, durch die Geschoße hervorgerufene Entzündungsherd eine Schwächung der Wirbelkörperstruktur hervorgerufen habe, die dann der Beanspruchung während der tetanischen Krämpfe nicht mehr gewachsen war. G o l d dagegen macht für solche Veränderungen einen überwiegenden Krampf des Iliopsoas verantwortlich.

F r i e d r i c h (32) fand bei 20 geheilten Tetanuserkrankungen in 20% Wirbelfrakturen, davon war 1x der erste Lendenwirbel betroffen. Außerdem wurde ein fraglicher Querfortsatzbruch festgestellt.

K u m m e l (50) beobachtete bei lokalem Tetanus, der das linke Bein in geringerem Maße, dagegen den li. Arm hauptsächlich befallen hatte, so gewaltige Kontraktionen der Muskulatur, daß eine Luxation in Ellenbogen- und Schultergelenk auftrat. W i l h e l m (1924) erwähnte einen Unterarmbruch und eine Schenkelhalsfraktur nach Tetanus.

R o s e berichtet von einem Neger, der in einem Anfall von Starrkrampf beiderseitige Schenkelhalsbrüche erlitten haben soll.

K a p l a n (1926) operierte einen 14jährigen wegen Tbc des Sprunggelenkes. Nach 3 Wochen entwickelte sich ein Tetanus

mit heftigen Krämpfen, in dessen Verlauf am operierten Bein eine Schenkelhalsfraktur auftrat.

T r i v e l l i berichtet über das seltene Ereignis einer Beckenfraktur mit Subluxatio des Schenkelkopfes nach Tetanus infolge Kriegsverletzung.

M e r c k e l b a c h (59) und B o n a b a, S c o l p i n i und A n g e l i l l o (9) beschreiben je einen Fall, bei dem es als Folge eines Tetanus neonatorum zu Veränderungen im Bereich der oberen Lendenwirbelsäule kam. Das hat wohl seinen Grund darin, daß beim Neugeborenen physiologisch andere Verhältnisse in der Form und dem Aufbau der Wirbelsäule bestehen als beim Erwachsenen. Die Gegend der oberen Lendenwirbelsäule ist besonders anfällig, weil sie im Uterus bis zuletzt in Beugehaltung bleibt, während die anderen Teile der Wirbelsäule schon früher die vermehrte Kyphose aufgeben. Auch bestehen in dieser Gegend die Spaltbildungen der Wirbelsäule hier, in der Gegend des 1. und 2. Lendenwirbels und beim 5. bis 7. Brustwirbel am längsten (S c h e u e r m a n n (90)), was auch für eine schwache Stelle der jungen Wirbelsäule an dieser Stelle spricht.

Tabelle 2: Häufigkeit des Vorkommens von Wirbelfrakturen nach Tetanus

	Anzahl der Nachuntersuchten	Zahl der Frakturen in %
Winterstein	18	89
Portmann	18	88
Sujoy	17	88
Zuckschwerdt, Axtmann	13	84
Dietrich, Karshner, Steele	13	69
Buachidze	30	63
Chasin	21	60
Bonaba, Pieroni		60
Friedrich	20	20
Wolf		19,5
eigene Fälle	11	18,2
Feistmann-Lutterbeck	12	8
Karcher		5
Rogge	15	-

E b e r s t a d t (23) stellte 1918 fest, daß die posttetanischen Wirbelsäulenveränderungen seiner Meinung nach "zu den größten Seltenheiten" gehören und in den 20er Jahren wurde von einigen Autoren (S p i e ß (96)) noch bestritten, daß der Wundstarrkrampf als Ursache von Wirbelveränderungen in Frage komme. Über die Häufigkeit des Vorkommens von Frakturen nach Tetanus stellte C h a s i n (15) als erster Nachuntersuchungen an. Seine und die Zahlen späterer Nachuntersuchungen zeigen große Schwankungen. Die angegebene Häufigkeit liegt (wie aus Tabelle 2 zu ersehen ist) zwischen 89% (W i n t e r s t e i n (104)) und 8% (F e i s t m a n n - L u t t e r b e c k (29)), während K a r c h e r aus der Heidelberger Klinik nur eine Häufigkeit von 5% anzugeben weiß. R o g g e (85) fand bei 15 Nachuntersuchungen überhaupt keine Wirbelsäulenveränderungen.

Es überwiegen die positiven Wirbelsäulenbefunde bei weitem die negativen Untersuchungsergebnisse. Diese Unterschiede lassen sich vielleicht auf die verschiedene Therapie des Tetanus zurückführen, die Behandlung mit und ohne Muskelrelaxantien. Dem Alter des untersuchten Krankengutes ist wohl auch eine entscheidende Bedeutung beizumessen.

D) Eigene Untersuchungen

1. Entstehung und Klinik der Wirbelsäulenfrakturen

Jeder der sich bemüht, den Aufbau und die Funktion der Wirbelsäule eingehender zu untersuchen, muß uneingeschränkt bewundern, in welcher genialer Weise die Natur ein solch vielseitiges Problem gelöst hat.

1. Die Wirbelsäule soll widerstandsfähig sein, denn sie dient der Aufnahme und dem Schutze des lebenswichtigen ZNS. Man überzeugt sich leicht, daß die den Rückenmarkskanal umschließenden Knochenteile von besonderer Festigkeit sind. Diesen Teilen gegenüber ist der Wirbelkörper allerdings auffallend schwach gebaut. S c h a n z (88) nennt ihn "eine klägliche Konstruktion".
2. Im Gegensatz zu den rein statischen Aufgaben muß die Wirbelsäule auch dynamischen Anforderungen genügen: sie soll gleichfalls bei Bedarf beweglich sein.

Der tetanische Krampf stellt für die Wirbelsäule ein schweres Trauma dar.

Immer wieder wurde im Schrifttum auch die Mechanik des Zustandekommens solcher Wirbelsäulenveränderungen zur Diskussion gestellt. Zur Beantwortung solcher Fragestellung müssen die Ergebnisse der normalen Anatomie, der Physiologie, der pathologischen Anatomie, der Röntgenologie und der Klinik herangezogen werden. Bedeutung kommt dabei auch den Experimenten an der herausgenommenen Wirbelsäule zu.

Die besonderen anatomischen Verhältnisse des Muskelsystems im Bereich der BWS wurden für die Entstehung und die typische Lokalisation verantwortlich gemacht. So waren es B r u n z e l (12), E r l a c h e r (26), B ä c k e r (3) und vor allem G ü n t z (36), der in einer anschaulichen



Schematische Darstellung des ventralen und dorsalen Muskel-
längszuges. Schwachpunkt der dorsalen Längsmuskulatur im Be-
reich der mittleren Brustwirbelsäule. Hier Verstärkung der
kyphotischen Krümmung im Krampf und Wirbelbrüche
(nach G ü n t z)

Zeichnung darlegte, in welcher Anordnung die Muskelkräfte
gerade den mittleren Brustwirbelsäulenteil zum kyphoti-
schen Zusammenbrechen bringen. G ü n t z (36) führt da-
zu aus, daß der Streckapparat des Rückens, der *M. erector*
trunci, ein einheitliches System, besonders in den als
M. longissimus bezeichneten Muskelzügen, aber kein zusammen-
hängendes ist. Die Muskelmasse, die vom Becken und Kreuz-
bein entspringt, verliert sich im Brustteil durch Ansätze
an den einzelnen Wirbel-Rippensegmenten und nur wenige Mus-
kelfasern erreichen die oberen Brustwirbel. Vom Hals her er-
reichen die Muskelfasern auch nur die oberen, höchstens die
mittleren Teile der Brustwirbel-Rippensegmente. Der ventrale
Muskelzug, bestehend aus Hals-, Intercostal- und Bauchmuskulatur, hat vorallem durch den Ansatz des *M. rectus abdominis*

am Rippenbogen den längeren Hebelarm gegenüber dem *M. erector trunci*, dessen thorakale Partie gegenüber den kräftigen cervikalen und lumbalen Zügen gerade im Bereich der mittleren BWS schwächer ist. Hier ist der Schwachpunkt der noch durch die physiologische Brustkyphose begünstigt wird. Bei mächtigen Kontrakturen der gesamten Muskulatur kommt es hier zum Zusammenbruch eines oder mehrerer Wirbelkörper.

Um das typische Bild eines Opisthotonus beim tetanischen Krampf hervorzurufen, bedarf es noch anderer Muskelgruppen. Nach F o l l m e r (30) ist ursächlich ein Zusammenwirken verschiedener Muskelgruppen zu suchen, die direkt oder indirekt an der Wirbelsäule angreifen und deren Kraft speziell an der BWS zum Ausdruck kommt. Bei dem resultierenden Opisthotonus wird der Rücken von der Unterlage abgehoben, so daß man die Hand zwischen die Unterlage und den Rücken schieben kann. Die Erklärung für dieses Symptom ist folgende: Die Kraft stammt von Muskeln, die dorsal der Wirbelsäule liegen und von ihren Antagonisten, den ventral liegenden Muskeln, zu denen folgende gerechnet werden: *M. obliquus externus abdominis*, *M. obliquus internus abdominis*, *M. rectus abdominis*, *M. iliopsoas*. Zu der dorsalen Gruppe ist der *M. erector trunci* und der *M. glutaeus maximus* zu nennen. Diese Muskeln werden beim tetanischen Krampf von oben nach unten befallen. Beginnend mit Trismus und Risus sardonicus kommt es über den Opisthotonus auch später zum Krampf der Extremitäten. Der generalisierte Krampf im tetanischen Anfall sieht einem Hohlrundrücken täuschend ähnlich. Dieser Rundrücken wäre vorhanden, wenn der *M. erector trunci* allein von einem Krampfzustand befallen würde. Dabei würden die mächtig ausgeprägten Hals- und Lendenteile dieses Muskels die physiologischen Lordosen dieser Gebiete stark vermehren, während der schwache Brustteil der Wirbelsäule den stärkeren cranialen und caudalen Abschnitten unterliegen würde.

Im Gegensatz zu diesen Autoren wiesen immer wieder andere, wie S p i e ß (96), G r u n d m a n n (35) und H o m m a (41), darauf hin, daß die Schwerkraft für das Zustandekommen der posttetanischen Spätkyphose, besonders des Gibbus zumindest auch, wenn nicht nur verantwortlich gemacht werden muß und legen damit das Hauptgewicht der Erklärung auf die physiologische Schwerkraftbelastung der Wirbelsäule an der Stelle krampfbedingter, aber mechanisch undiskutierter Läsion.

H o m m a (41) hält denjenigen Autoren, die der ventralen Muskulatur die Fähigkeit, die Brustwirbel zu beugen, zuschreiben, entgegen, daß ja die Brustwirbelsäule durch den Brustkorb, also durch die mehr oder weniger starre Rippenverbindung dieses Wirbelsäulenabschnittes mit dem Brustbein an einer starken Beugung verhindert wird. Denn zu einer Beugung nach dem Bogenmechanismus ist eine unabdingbare Voraussetzung, daß der gebeugte Bogenabschnitt sich von dem entsprechenden Sehnenteil, in unserem Fall also dem Brustbein, entfernen kann, was aber eben durch die knöcherne Rippenverbindung praktisch unmöglich gemacht wird. Die Vorstellung, daß die Rippen als Hebelarme zur Brustwirbelsäulenkyphosierung wirken können, ist sicher unrichtig. Denn wenn dem so wäre, müßten die Sternalenden der Rippen sich einander nähern können, was infolge der Verbindung mit dem Brustbein unmöglich ist. Zuzugeben ist aber, daß der gesamte Brustkorb bei tetanischer Versteifung der Rippenwirbelkörperbandscheiben-gelenke durch die ventrale Bauchmuskulatur gegenüber der Lendenwirbelsäule und in dieser grundsätzlich gebeugt werden kann. Der Antagonismus der ventralen Beuge- zur dorsalen Streckmuskulatur beschränkt sich nur auf die Hals- und Lendenregion. Im typischen klassischen opisthotonischen Wundstarrkrampfanfall wird also nicht nur die Hals- und Lendenwirbelsäule lordosiert, sondern auch die Brustwirbelsäule solange, bis die Dornfortsätze dieser Region der weiteren Lordosierung ihren Sperrmechanismus entgegensetzen, was bald der Fall ist.

Es soll hier ausdrücklich gesagt werden, daß die Brustwirbelsäule keine muskulären Beuger hat. Als einziges schwach beugendes Moment ist die Schwerkraft bei aufrechter Rumpfhaltung zu nennen; nur diese ist also ein realer Antagonist des Erector trunci im Brustbereich. H o m m a führte nun Überstreckversuche an Wirbelsäulen, die in einen Handschraubstock gespannt oder nach dem Vorbild der Baumannschen Versuche (1950) in einer die Druckmessung gestattenden, gewöhnlich zur Materialprüfung verwendeten hydraulischen Presse, durch. Die regelmäßig in den mittleren Partien der Brustwirbelsäule ventral, besonders an der Bandscheibenkörpergrenze entstehenden Risse sind klarerweise Zerreißen. Die Größe der für das Zustandekommen der Zerreißungen nötigen Kräfte bewegt sich je nach dem Lebensalter zwischen 25 und 100 kg. Die Festigkeit der Wirbelsäule gegen Zug ist viel kleiner als gegen Druck. Der relativ lange Weg, der den vorderen Wirbelsäulenpartien durch diesen Mechanismus aufgezwungen wird, erklärt auch, daß die Dehnbarkeitsgrenze leichter überschritten wird als bei Streckungen um eine durch den Nucleus pulposus gehende transversale Achse. Daß das vordere Längsband keinen nennenswerten Widerstand solchem Geschehen entgegensetzt, ist dadurch leicht verständlich, daß es ja gegenüber dem dorsalen sehr viel zarter ist und dies ganz besonders über den Bandscheiben; nur im Anwachsungsbereich an der Vorderfläche der Wirbelkörper mit Ausschluß der Randleiste ist es etwas stärker. Nach H o m m a erfolgt zuerst eine Zerreißenläsion in den ventralen Brustwirbelsäulenbezirken und dann wird der lädierte Bezirk und vielleicht auch seine spongiosanachbarschaft durch die Schwerkraft oder auch elastische Kräfte der Wirbelsäule in situ zusammengedrückt und abgeplattet.

Befassen wir uns nunmehr mit den klinischen Erscheinungen, so kann man feststellen, daß erklärlicherweise die Wirbeldeformität erst nach Überstehen der eigentlichen Erkrankung beobachtet worden ist. Meist ist der Gibbus erst nach Ver-

lassen des Bettes aufgefallen, oft auch erst sehr viel später gelegentlich einer Nachuntersuchung. Nur V i g a n o (100) beschreibt einen Fall, bei dem bei einem Kinde am 4. Tag des Auftretens eines Tetanus eine Kyphose des 7.-9.Brustwirbels beobachtet wurde. Bei der Durchsicht der Literatur fällt auf, daß von den meisten Autoren die klinischen Zeichen der Kompressionsfrakturen als nicht sehr eindrucksvoll angegeben werden. In den einzelnen Fällen werden nach vorn ausstrahlende Rückenschmerzen, Klopfempfindlichkeit der Dornfortsätze der betroffenen Wirbel, eine vermehrte Brustkyphose und Bewegungseinschränkung vorhanden sein. Dem Arzt und der Umgebung fällt auf, daß die Kranken sich auffallend langsam erholen und mitunter zum Gehen sich eines Stockes bedienen. (W i n t e r s t e i n (104)). Nur in einem einzigen Fall (F a l d i n i (27)) ist beschrieben worden, daß im Bereich der Kyphose zunehmend Beschwerden auftraten, welche zu nervösen Reizerscheinungen in den Beinen führten. Es ist aber möglich, daß dies auf die angewandte Phenoltherapie bezogen werden muß.

Die sichere Diagnose einer Wirbelkörperkompressionsfraktur kann jedoch nur in allen Fällen das Röntgenbild erbringen.

2. Röntgenaufnahmetechnik der Wirbelsäulenfraktur

Im Interesse des Patienten soll man auf die Vornahme von Übersichtsaufnahmen in sagittalen und frontalen Strahlengang dringen. Diese Forderung soll als Minimum gelten. Ein gutes Seitenbild der Brustwirbelsäule, insbesondere der oberen Brustwirbel, läßt sich im Sitzen herstellen, Zur Erkennung leichter Wirbelkompressionen oberhalb von D 4 werden Schrägaufnahmen (wie sie G l o r i e u x, L o b (56) und J a e g e r verlangen) oder rein seitliche Darstellungen mit besonderer Aufnahmetechnik, wie etwa die von Barsony und Koppenstein, Sgalitzer oder Twinning angegeben, nötig sein.

Nach B a r s o n y und K o p p e n s t e i n hält der Patient zwischen beiden zusammengefalteten Händen, am Rande des Tisches seitlich zur vertikal stehenden Kassette sitzend, den frei hängenden Unterschenkel, nachdem das betreffende Bein in Hüft- und Kniegelenk gebeugt wird. Die Schultern werden locker gelassen, so daß das Gewicht des Beines den Schultergürtel nach vorn unten zieht. Der Kopf soll nach hinten gestreckt werden. Der Zentralstrahl zielt knapp unterhalb des Acromions auf die Wirbelkörper. Der Kranke soll während der Exposition oberflächlich atmen, um dadurch ein "elektives" Bild der Wirbelsäule, frei von störenden Rippen- und Lungenschatten, zu erhalten.

M. S g a l i t z e r gibt eine Aufnahme bei Seitenlage des Patienten mit gebeugten Knien auf dem Buckytisch an. Die Hände fassen einander auf dem Rücken, die Schultern werden so maximal nach hinten gedrückt. Der Zentralstrahl trifft auf einen Punkt der plattenfernen Clavicula, der etwa 5 Querfinger von ihrem sternalen Anteil entfernt ist und zielt senkrecht zum Tisch.

E.W, T w i n n i n g stellt den Patienten vor der vertikal angebrachten Buckyblende zunächst in rein seitliche Stellung. Der plattennahe Arm wird nach oben gehoben, der plattenferne Arm mit einem Sandsack belastet. Es erfolgt dann eine leichte Drehung des Patienten, so daß eine Aufeinanderprojektion der Schultern eben vermieden wird. Der Zentralstrahl passiert die Supraclaviculargrube der plattenfernen Seite und verläuft senkrecht zum Film. Falls das Anheben des Armes nicht maximal gelingt, kann man den Zentralstrahl etwa 15° nach caudal neigen.

Das beste Verfahren zur Darstellung des oberen Thorakalabschnittes ist zweifellos die Schichtaufnahme im frontalen Strahlengang.

Unbedingt zu fordern ist, daß die erste Röntgenuntersuchung auf einem genügend großen Filmformat vorgenommen wird (bestmöglichst in der Größe 30x40 bzw. 15x40); die Mitte des Films soll den klinisch verdächtigen Wirbel entsprechen. Nach Möglichkeit soll die Röntgenuntersuchung der Wirbelsäule, wenigstens die seitliche, in aufrechter Haltung vorgenommen werden (J a e g e r, G l o r i e u x, B r o c h e r). Eine Vorrichtung zum Auflegen der nach vorn gestreckten Arme ist empfehlenswert. Dies ist mit Ausnahme der Schwerverletzten praktisch immer durchführbar. Nur in aufrechter Haltung läßt sich der Achsenverlauf der Wirbelsäule einwandfrei beurteilen.

Wer sich prinzipiell dieser Technik bedient, weiß, daß er nur so gewisse, durch die Horizontallagerung bedingte, Zerrbilder vermeiden kann und viel leichter auch geringgradige Wirbelverschiebungen erkennt. Nach Baer, Brocher, Glorieux, Güntz und Jaeger ergeben Fernaufnahmen der Wirbelsäule aus 2 und mehr Meter Distanz das schärfste, naturgetreueste und beste Bild bei geringster Hautbelastung. Dies gilt für den gesamten Bereich der Wirbelsäule. Die Aufnahmen sollen bei Atemstillstand gemacht werden, jedoch ist auch oberflächliche Atmung möglich, wenn infolge der langen Expositionszeiten (25-30 Sek.) der Patient den Atem nicht so lange anhalten kann.

Auch im Zeitalter der Drehanode und der Streustrahlenblende kann auf die optimale Ausblendung nicht verzichtet werden. Neben ungenügender Ausblendung wird das Endergebnis zusätzlich oft durch ungenügende Durchdringung verschlechtert, so daß z.B. die oberste Brustwirbelgegend im Seitenbild zur terra incognita wird.

3. Kasuistik

Im Krankengut der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg erscheinen in den Jahren 1953 - 1963 44 Fälle von Erkrankung an Tetanus. Die Patienten standen im Alter von 2 bis 79 Jahren und wurden vornehmlich aus ländlichen Milieu eingeliefert. In zwei Fällen konnten keine Verletzungen nachgewiesen werden. Nach S t i r n e m a n n (97) hat sich die Art des Eintrittsmechanismus in den letzten Jahren überhaupt gewandelt. Während in den früheren Jahrzehnten in 90% der Fälle dem Tetanus eine typische Verletzung vorausging und die Eintrittspforte nur in ca. 10% der Fälle nicht auffindbar war, konnte im letzten Jahrzehnt in mehr als 1/3 der Fälle keine Eintrittspforte gefunden werden. Eine Beobachtung, auf die auch L i p p e r t und P o k i e s e r (55) vorallem bei jüngeren Altersstufen hingewiesen haben.

Wenn wir unser Krankengut nach Mollaret in 4 Schweregrade einteilen, müssen wir 10 Fälle dem 1. Grad, 8 Fälle dem 2. Grad, 6 Fälle dem 3. Grad und 20 Fälle dem 4. Grad, zuordnen.

Der 1. Schweregrad ist durch folgende Symptome definiert: Trismus, Facies tetanica, Opisthotonus, allgemeine Muskelstarre und angedeutete Krampfneigung.

Beim 2. Grad treten neben der stärker ausgebildeten allgemeinen Muskelstarre generalisierte Spasmen auf.

Beim 3. Schweregrad finden sich schwerste Spontan- oder Reflexkrämpfe, respiratorische Störungen durch Beteiligung der Atem-, Glottis- und der Zwerchfelmmuskulatur sowie Schlingkrämpfe.

Die letzte Steigerung erfährt dieses Krankheitsbild beim 4. Schweregrad durch das zentrale Versagen der vegetativen Regulation.

Komplikationen, wie Muskelrisse, Hämatome, Verrenkungen und Gelenkkontrakturen, konnten wir nicht beobachten. Hingegen waren von 11 geröntgten Patienten bei 2 Fällen Wirbelkompressionsfrakturen im Bereich der mittleren Brustwirbelsäule feststellbar. Diese Komplikation soll im Mittelpunkt der Betrachtung stehen.

Fall 1: Ruth F., 39 Jahre

Am 1.6.1960 wurde die Pat. unter der Diagnose Tetanus eingewiesen

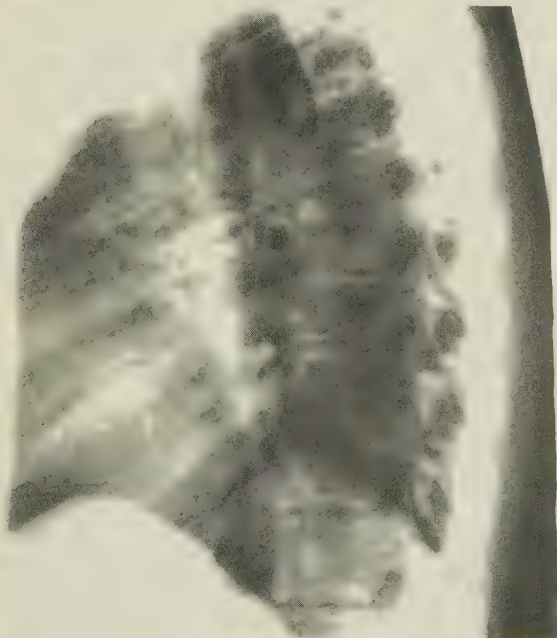
Anamnese: 11 Tage vor der Aufnahme hatte sie sich an der Kante einer Holzkiste eine stark blutende Wunde an der Außenseite des re. Unterschenkels zugezogen. Tetanusserum wurde nicht gegeben. Nach 10 Tagen bekam Pat. Kieferbeschwerden, die ganze Gesichtsunterpartie sei angeschwollen und steif geworden, so daß sie fast nicht mehr sprechen konnte.

Befund: Bei der klinischen Aufnahme zeigte sich das Bild eines typischen Tetanus mit Kieferklemme, Nackensteifigkeit, Schluckbeschwerden und Klonus am re. Bein.

Behandlung: Sofortige operative Wundversorgung der etwa 5 cm langen, in Höhe des Fibulaköpfchens, parallel zum Kniegelenkspalt verlaufenden, schmierig belegten Wunde des re. Unterschenkels. Bei der Revision der Wunde stößt man auf eine eitrige Tasche, aus der ein Holzsplitter entfernt wird. Sofortige Gabe von 50 000 Einheiten Tetanusserum vom Rind intravenös, Infusionstherapie mit PVC-Katheter, der bis in die Vena cava vorgeschoben wird. Legen von Magensonde, Ruhigstellung der Pat. mit lytischem Cocktail. Innerhalb der nächsten 3 Tage Verschlechterung des Zustandes mit zunehmenden allgemein toxisch-klonischen Krämpfen und bedrohlicher Asphyxie. Daher Tracheotomie und laufende Evipandämpfung. Am 9.6.1960 infolge der Intensivbehandlung Nachlassen der generalisierten Krämpfe und Verringerung der Evipangaben.

Wieder Übergehen auf lytischen Cocktail. Bis zum 16.6.1960 erhebliches Nachlassen der Krämpfe. Am 20.6.1960 erhebliche Besserung des Zustandes, Absetzen des lytischen Cocktails und wieder spontan orale Nahrungsaufnahme nach Entfernung der Ernährungssonde. Am 23.6.1960 Entfernung der Trachealkanüle.

Patientin verspürte Schmerzen im Rücken und lernte nur sehr langsam wieder gehen.



Röntgenbefund:

1. Aufnahme der Halswirbelsäule in 2 Ebenen:
Kein auffallender abnormer Befund.
2. Spezialaufnahme der oberen Brustwirbelsäule und der unteren Halswirbelsäule:
Der 1. und 2. Brustwirbel sind unauffällig.
3. Aufnahme der Brustwirbelsäule in 2 Ebenen:
Der 3. Brustwirbelkörper ist trapezartig verformt.

Er scheint vorn und hinten verschmälert. Der 4. Brustwirbelkörper scheint ebenfalls vorn und hinten im ganzen gering verschmälert. Die Deckplatte vom 5. ist deutlich bogig eingedellt. Der 6. ist trapezartig verformt, wobei die vordere Wirbelkante etwa um $1/3$ erniedrigt ist. Die übrigen Brustwirbelkörper zeigen keinen auffallenden abnormen Befund.

Weiterhin ist auffallend, daß die Bandscheibenräume TH 4/5, TH 6/7 und TH 7/8 vorn weiter sind als hinten. Der Bandscheibenraum TH 3/4 ist stark verschmälert.

4. Aufnahme der Lendenwirbelsäule in 2 Ebenen:
Kein auffallender abnormer Befund. Die Ausbildung der Lendenlordose liegt im Bereich der Norm.

Fall 2: Georg T., 17 Jahre

Aufnahme am 8.4.1959 in die Chirurgische Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg.

Anamnese: Vor 8 Tagen verletzte sich der Patient bei der Feldarbeit am Mittelfinger der rechten Hand. Gestern stach er sich mit der Mistgabel an der 4. Zehe des linken Fusses. Heute morgen verspürte er, daß er den Mund nicht mehr richtig öffnen konnte, gegen Mittag begannen im Nacken Schmerzen und dieser wurde immer steifer. Im Bereich des linken Vorfußes verspürte der Patient Schmerzen und eine geringe Schwellung.

Befund: Bei der nächtlichen Klinikaufnahme bestand ein Risus sardonicus, ausgeprägte Kieferklemme, deutliche Nackensteifigkeit, beginnende Muskelversteifung im Rücken, sowie eine brettharte Spannung der Bauchdecke.

Behandlung: Exartikulation der 4. Zehe des linken Fusses und Einleitung der Wundstarrkrampfbehandlung. Sofortige

Gabe von 75 000 Einheiten Tetanusserum vom Pferd intravenös und die gleiche Menge intramuskulär. Dämpfung des Patienten mit Avertin. Doch zunehmende Atembehinderung durch heftige Krampfanfälle machen eine Tracheotomie noch in der Nacht nach der Klinikaufnahme notwendig. Übergang von Avertin auf Mischspritze und Evipandämpfung. Dauerkatheter und Magensonde zur Aufrechterhaltung der Nahrungszufuhr. Da sich die immer schwerer werdenden Krämpfe weder durch Avertin noch durch Evipan beherrschen ließen, entschloß man sich am 11.4.1959 zur kompletten Curarisierung und Dauerbeatmung. Diese Behandlung wurde 6 Tage fortgesetzt. Danach ließen die Krampfanfälle deutlich nach. vom 17.4.1959 wieder Spontanatmung.

Als Komplikation traten auf:

1. Bronchopneumonie und Abszedierung im rechten Unterlappen, wahrscheinlich als Folge einer Aspiration. Diese Komplikation konnte durch Einlegen einer Buelau-Drainage gut beherrscht werden. Die bei der Klinikentlassung durchgeführte Röntgenkontrollaufnahme zeigte eine vollständige Ausdehnung der rechten Lunge, eine Abszeßhöhle konnte nicht mehr nachgewiesen werden.

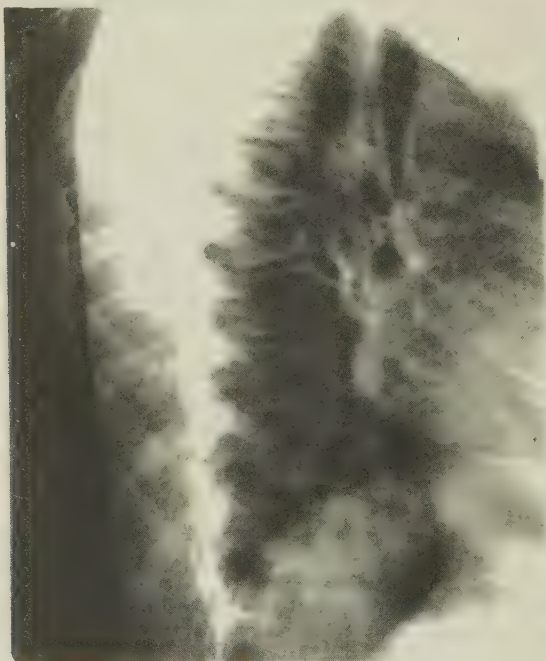
2. Wirbelkörperfrakturen

Am 25.5.1959 wurde der Patient subjektiv Beschwerde-frei entlassen.

Röntgenbefund:

1. Aufnahme der Halswirbelsäule in 2 Ebenen:
Die Halswirbelsäule zeigt geringe Zeichen einer Spondylarthrosis.
2. Spezialaufnahme der oberen Brustwirbelsäule und der unteren Halswirbelsäule:
Kein auffallender abnormer Befund.

3. Aufnahme der Brustwirbelsäule in 2 Ebenen:



Starke flächenhafte Komprimierung des 3. Brustwirbelkörpers und Reduktion der Höhe auf die Hälfte der normalen Wirbelhöhe. Geringes Überwiegen der ventralen Komprimierung gegenüber der dorsalen. Der 4. Brustwirbelkörper ist ebenfalls dorsal und ventral komprimiert, wobei letzteres überwiegt und eine trapezartige Verformung bedingt. Der 5. ist dorsal und Ventral höhenreduziert und zeigt keilförmige Gestalt. Beim 6. fällt die bogige Einfeldung der Deckplatte auf und die Ventrale Höhenreduzierung mit der dadurch bedingten trapezartigen Gestalt. Die übrigen Brustwirbelkörper zeigen keinen auffallenden abnormen Befund.

Die Bandscheibenräume werden im Bereich TH 3/4, TH 4/5 und TH 6/7 in der ventralen Hälfte breiter.

4. Aufnahmen der Lendenwirbelsäule in 2 Ebenen:

Kein auffallender abnormer Befund.

Die an 3 Patienten der Kinderklinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführte Röntgennachuntersuchung ergab, daß es es nach Tetanus neonatorum in keinem dieser Fälle zu Wirbelkörperkompressionsfrakturen kam.

4. Ergebnisse der Röntgenuntersuchung

Nach dem Wundstarrkrampf beobachtet man an der Wirbelsäule klinische und röntgenologische Formveränderungen, welche im Schrifttum als "Gibbus" oder auch als "Kyphose" bezeichnet werden. C h a s i n (15) hat auf Grund der Analyse von 21 Fällen eine Einteilung in 3 Gruppen vorgenommen. Er nimmt als Maßstab das Röntgenbild und bezeichnet als

Gruppe 1: Unbedeutende Kompressionen von 1 bis 3 Wirbelkörpern von weniger als $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen Umfanges. Klinisch kein krankhafter Befund.

Gruppe 2: Fraktur mehrerer Wirbelkörper mit Verringerung von mehr als $\frac{1}{4}$ des ursprünglichen Umfanges.

Gruppe 3: Weder klinisch noch röntgenologisch ein krankhafter Befund.

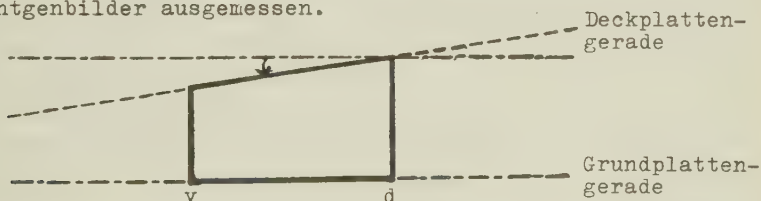
Aber diese Einteilung ist willkürlich, denn in Wirklichkeit findet man von der leichten Abflachung bis zur völligen Kompression alle nur denkbaren Übergänge.

Die erhobenen Röntgenbefunde gleichen völlig denen, wie wir sie bei Wirbelkörperkompressionsfrakturen zu sehen gewohnt sind, und zwar sind es vorwiegend keilförmige Veränderungen des Wirbelkörpers wechselnden Grades. An den komprimierten Wirbelkörpern sind sowohl die Spongiosaabschnitte, als auch die kompakten Wirbelendflächen etwas dichter, die letzteren auch breiter als gewöhnlich. Diese Erscheinung ist bedingt durch den Einbruch von Spongiosabälkchen. Die Intervertebralaräume sind den Wirbeldeformationen entsprechend oft gering erweitert. Nur in einem Fall (Fall 1: TH $\frac{3}{4}$) wurde eine Verschmälerung des Zwischenwirbelraumes beobachtet, d.h. eine Kompression der Bandscheibe. Veränderungen an den Wirbelfortsätzen und den Bogenabschnitten konnten nicht beobachtet werden und finden auch in der Literatur nur äußerst selten Erwähnung.

Aus dem Krankengut der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg wurden 11 Patienten, nach überstandenen Tetanus, einer Röntgenuntersuchung unterzogen. In 2 Fällen konnten Wirbelkörperkompressionsfrakturen im Bereich von TH 3 bis 6 nachgewiesen werden. Die Krämpfe im Bereich der Rumpfmuskulatur beim Tetanus führen häufiger zu Wirbelkörperkompressionsfrakturen mit bevorzugter Lokalisation im Bereich der oberen bis mittleren Brustwirbelsäule. Es fehlt bei beiden Patienten jeglicher Anhalt dafür, daß schon vor dem Unfall Wirbelsäulenveränderungen bestanden haben. Ein wichtiger Punkt, nach dem man immer fragen soll. Nicht immer sind Wirbelveränderungen, welche nach Überstehen eines Tetanus beobachtet werden, ursächlich auf diese Erkrankung zurückzuführen, wie L ö h r an einem einschlägigen Fall von angeborenem Blockwirbel gezeigt hat.

Bemerkenswert ist, daß trotz der keilartigen Verformung der Wirbel der kyphotische Gesamtknick der Brustwirbelsäule von der Norm nur leicht abweicht.

Zur genaueren Bestimmung über die Art der Frakturen, wurden die Röntgenbilder ausgemessen.



Der ventrale und dorsale Punkt der Grundplatte bestimmten eine Gerade. Gleiches wurde für die Deckplatte bestimmt. Nun konnte man durch Parallelverschiebung der Grundplattengeraden den Kyphosegrad bestimmen.

Die Ausmessung der Deckplattenneigung gegen die Grundplatte der einzelnen Wirbel ergab bei Fall 1 folgende Werte:

TH 9 = 0° , TH 8 = 3° , TH 7 = 5° , TH 6 = 8° , TH 5 = 3° ,
TH 4 = 3° , TH 3 = 20° , TH 2 = 5° .

Die Wirbelkörper TH 7 und TH 2 weisen keine Anzeichen für eine durchgemachte Fraktur auf. Die Deckplattenneigung zur Grundplatte beträgt bei diesen beiden Wirbeln 5° . Man kann unterstellen, daß sie auch im Bereich der dazwischenliegenden Wirbel etwa 5° betragen müßte. Abweichende Winkel sind Ausdruck einer veränderten Form. Demnach ist der Wirbelkörper TH 6 um 3° nach vorn abschüssig, TH 5 um 2° nach hinten abschüssig, TH 4 um 2° nach hinten abschüssig und TH 3 um 15° nach vorn abschüssig keilartig verformt.

man kann daraus schließen, daß im Bereich von TH 3 und 6 Überbiegungsbrüche und im Bereich von TH 4 und 5 Überstreckungsbrüche vorliegen. Derartige Kombinationen gibt es nur bei rein muskulär bedingten Wirbelfrakturen wie z.B. beim Tetanus.

Im Fall 2 ergaben die Ausmessungen folgende Werte:

TH 8 = 0° , TH 7 = 2° , TH 6 = 6° , TH 5 = 12° , TH 4 = 8° , TH 3 = 9° und TH 2 = 2° .

An den Wirbelkörpern TH 7 und TH 2 sind keine Anzeichen einer Fraktur zu erkennen. Die Deckplattenneigung zur Grundplatte beträgt bei diesen beiden Wirbeln 2° . Diesen Wert müßten auch die Ausmessungen im dazwischenliegenden Wirbelbereich ergeben. Demnach ist der Wirbelkörper TH 6 um 4° , TH 5 um 10° , TH 4 um 6° und TH 3 um 7° nach vorn keilartig verformt.

Mit Ausnahme der Lokalisation der Brüche im mittleren Brustwirbelsäulenabschnitt gibt es keine typische Unterscheidung gegenüber exogen entstandenen Wirbelfrakturen. Das Befallen sein von mehreren benachbarten Wirbeln ist als Regel zu betrachten. Die Wirbelfrakturen wurden unmittelbar nach dem Abklingen der akuten Phase röntgenologisch diagnostiziert, noch bevor der Patient mobilisiert war. Dies ist ein Beweis dafür, daß die Wirbelfrakturen im tetanischen Anfall direkt entstehen.

5. Diskussion

Ältere Autoren (E r l a c h e r (25), E b e r s t a d t (23), W i l h e l m (103), N a g y (67)) vermuteten, daß es durch Toxinwirkung zu einer Osteoporose des Wirbelkörpers kommt. P u s c h (79), R i v o l t a (83), S c h a r s i c h (89), C a i m e s c o machen zirkulatorische Störungen durch lange anhaltende Krampfstände für die Schädigung der Wirbelkörper verantwortlich. Nach beiden Auffassungen käme es erst sekundär durch den Muskelzug bzw. durch die Belastung in der Rekoneszenz zum Einbruch der geschädigten Wirbelkörper. Spätere Beobachter haben die rein traumatische Genese der Wirbelsäulenveränderung nach Tetanus in den Vordergrund gestellt. Der Entstehungsmechanismus scheint durch die muskelmechanische Studie von G ü n t z (36) hinreichend klargelegt. Er ist der Meinung, daß der 4. bis 7. Dorsalwirbel am wenigsten von Streckmuskulatur bedeckt ist und deshalb wenig Widerstand gegen eine starke Kontraktion der vorderen Muskulatur des Brustkorbs bietet. Dagegen steht die Meinung von H o m m a (41): Zuerst erfolgt eine Zerreißungsläsion in den ventralen Brustwirbelsäulenbezirken und dann wird der lädierte Bezirk durch die Schwerkraft oder auch elastische Kräfte der Wirbelsäule in situ zusammengedrückt.

Frakturen nach Tetanus sind echte Wirbelkörperkompressionsfrakturen und beruhen auf keinem Umbau. Sie entstehen analog den Brüchen nach Elektroschockbehandlung direkt im tetanischen Anfall, was nach dem Abklingen der akuten Phase röntgenologisch nachgewiesen wurde. Es handelt sich immer um Serienfrakturen von Wirbelkörpern, allerdings abgestuften Ausmaßes, besonders häufig von D 4, D 5 und D 6, seltener D 2,3 und D 7, 8 und 9. Die Häufigkeit der Frakturen wird zwischen 89% und 5% angegeben. Bei dem Krankengut der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg erhielt man den Wert 18,2 %. Wichtig für einen Vergleich der Prozentzah-

len ist die Altersangabe. Die an Tetanus erkrankten Patienten der Erlanger Klinik waren nur zu 30% Jugendliche. S u j o y (99) dagegen erhielt seine Prozentzahl nur an Jugendlichen. Gerade diese jugendlichen Wirbelsäulen sind durch die übersteigerte Geschwindigkeit der endochondralen Ossifikation mit einem Nachhinken der Verknöcherung geschwächt.

Die im Röntgenbild wahrnehmbare Verdichtung der Wirbelkörper, bzw. der subchondralen Gebiete ist zurückzuführen auf

- a) die Kompression und Verzahnung der Spongiosabruchstücke, was einer Massierung schattengebender Substanz im entsprechenden Blickfeld gleichzusetzen ist und
- b) auf die platzgreifende endostale Kallusbildung.

Daß sehr rasch eine Restitution der beschädigten Wirbelkörper einsetzt, bewiesen die Untersuchungsergebnisse von H o m m a (41) und H a s l h o f e r an einem in der 4. Krankheitswoche verstorbenen 11 jährigen Knaben. Es konnte reichliche endostale Kallusbildung nachgewiesen werden, die gleichzeitig die statische Kompensation bewirkt.

Die Behandlung der fruherkannten Wirbelbeteiligung soll in der Flachlagerung für 4 bis 5 Wochen bestehen, wie sie von M a g n u s angegeben worden ist. Die meisten Autoren lehnen die sofortige Aufrichtung des komprimierten Wirbelkörpers nach B ö h l e r ab (D a m j e, B l o u n t, K r e b s-S t r e i c h e r). Die Anlegung eines Gipskorsettes oder Gipsbettes ist nicht unbedingt erforderlich, kann aber gelegentlich einmal, vorwiegend bei Kindern, ratsam sein, um eine Rükigstellung der Wirbelsäule zu gewährleisten.

Wenn die Prognose der tetanischen Wirbelfrakturen demnach als gut bezeichnet werden kann, gilt dies jedoch nur unter der Voraussetzung der rechtzeitigen Diagnose ausgedehnter

Wirbelsäulenveränderungen, da sich diese, unerkannt, in der Rekonvaleszenz durch die statische Beanspruchung verschlechtern können und unter Umständen zur sogenannten posttetanischen Gibbusbildung führen, die nur durch langwierige redressierende Behandlung im ventralen Durchhang und Anlegen eines Böhlergipsverbandes korrigiert werden kann.

Für eine eventuelle spätere Begutachtung derartiger Fälle soll noch betont werden, daß Wirbelfrakturen nach Tetanus als direkte Unfallsfolge anzusprechen sind, wenn die Infektion versicherungsrechtlich anerkannt ist. Abschließend sei noch einmal darauf hingewiesen, wie dürftig die subjektive und auch die objektive Symptomatik selbst mehrfacher Kompressionsfrakturen für den Kliniker sein kann, und daraus folgern, daß routinemäßige Röntgenuntersuchungen der Wirbelsäule nach dem Wundstarrkrampf unbedingt angezeigt ist.

E) Zusammenfassung

- 1) Einleitend wird der Wundstarrkrampf mit seinem Erreger, der Infektionsquelle, der Inkubationszeit und seinen typischen Symptomen eingehend beschrieben.
- 2) Von L e h n d o r f f (1907) bis S u j o y (1962) sind alle früheren Untersuchungen über Wirbelsäulenveränderungen nach Tetanus zusammengefaßt und in einer Tabelle ausgewertet. In 98 Fällen der Literatur fanden sich 307 Wirbelschädigungen, deren bevorzugte Lokalisationen D₅ und D₆ waren. Das Befallensein von mehreren benachbarten Wirbeln ist als Regel zu betrachten.
- 3) Die klinischen Zeichen der Wirbelkörperkompressionsfrakturen sind nicht sehr eindrucksvoll. Die sichere Diagnose kann in allen Fällen nur das Röntgenbild erbringen. Zur Erkennung auch von leichten Kompressionsfrakturen sind rein seitliche Darstellungen in aufrechter Haltung mit besonderer Aufnahmetechnik (B a r s o n y und K o p p e n s t e i n , S g a l i t z e r , T w i n n i n g) notwendig.
- 4) Aus dem Krankengut der Chirurgischen Klinik mit Poliklinik der Universität Erlangen-Nürnberg wurden 11 an Tetanus erkrankte Patienten einer Röntgenuntersuchung unterzogen. In 2 Fällen konnten röntgenologisch Frakturen diagnostiziert werden:
Fall 1: 39jährige Frau; Kompressionsfraktur des 3. bis 6. Brustwirbelkörpers.
Fall 2: 17jähriger junger Mann; Kompressionsfraktur des 3. bis 6. Brustwirbelkörpers.
Bei beiden Patienten fehlte jeglicher Anhalt dafür, daß schon vor dem Unfall Wirbelveränderungen bestanden. Wirbelkörperkompressionsfrakturen entstehen direkt im tetanischen Anfall und sind rein muskulär bedingt.

F) Literaturverzeichnis

1. A d a m s, I. C.:
The modern treatment of fractures of the spine
Medicial Press 5915, 369, 1952
ref.: Z.org. ges. Chir. 129, 51, 1953
2. A x e l' r a d, L. D.:
Wirbelsäulenveränderungen beim Starrkrampf
Nov. chir. arch. 48, 183, 1941
ref.: Z.org. ges. Chir. 109, 348, 1943
3. B ä c k e r, W.:
Wirbelfraktur bei Tetanus
Bruns'Beitr. klin. Chir. 138, 555, 1927
4. B a k a y, E.:
Kyphoskoliosis im Anschluß an Tetanus neonatorum
Orv. hétíl., Budapest 65, 396, 1921
ref.: Z.org. ges. Chir. 16, 207, 1922
5. B a u m a n n, E.:
Zur Pathogenese der degenerativen Wirbelsäulenerkrankung
Helvet. chir. acta 17, 345, 1950
6. B e c h e r, E.:
Über Wirbelsäulenveränderungen im Gefolge von Tetanus
Münch. med. Wschr. 874, 1920
7. B o e s c h, P. F.:
Muskelfrakturen der Wirbelkörper
Helvet. med. acta 9, 51, 1942
8. B o n a b a, J. u. L. A. P i e r o n i:
Veränderungen an der Wirbelsäule beim Tetanus
An. Fac. med., Montevideo 24, 199, 1939
ref.: Z.org. ges. Chir. 96, 389, 1940

9. B o n a b a, J., V. S o l p i n i, u. J. A n g e l i l l o
Cifosis traumatica recién nacido-curación.
Utilización de penicillina e intocostrina
Arch. pediatr., Uruguay 21, 356, 1950
ref.: Excerpta med. VII 5, 26, 1951
10. B r o c h e r, J. E. W.:
Die verkannten Wirbelsäulenverletzungen und Pseudo-
frakturen der Wirbelsäule
Verlag Georg Thieme Stuttgart 1944
11. B r o g l i e, M.:
Krankheiten des Stütz- und Bewegungsapparates
in: Denning: Lehrbuch der Inneren Medizin
12. B r u n z e l, H. F.:
Über Gibbusbildung nach allgemeinem und lokalem Tetanus
Zbl. Chir. 150, 258, 1919
13. B r u z e l l o, A.:
Der Wundstarrkrampf beim Menschen
Verlag Ferdinand Enke Stuttgart 1929
14. B u a c h i d z e, S. M.:
Perelomy posvonochnika pri stolbniake
Chirurgia, Moskva 34, 112, 1957
15. C h a s i n, A.:
Über Veränderungen in der Wirbelsäule nach Tetanus
Fortschr. Röntgenstr. 46, 427, 1932
16. C i a c c i a, S.:
Gibbus ta tetano
Chir. org. movim., Bologna 16, 531, 1931
ref.: Z.org. ges. Chir. 58, 5, 1932

17. C l a r e n z, F. M.:
Beobachtungen über 40 Fälle von Tetanus an der Chir.
Univ.-Klinik zu Gießen nebst Beitrag zur Frage der Wir-
belsäulenveränderungen im Anschluß an Wundstarrkrampf
Inaug. Diss. Gießen 1935

18. C l i m e s c o, V., V. S â r b u u. S t e. R o m a n:
Posttetanische Wirbelsäulensynostosis bei einem Erwachsenen
Spitalul, Bucuresti 58, 517, 1938
ref. Z.org. ges. Chir. 96, 197, 1940

19. C o l a n g e l l o, C.:
Kompressionsfrakturen der Brustwirbelsäule bei einem
Patienten mit Tetanus
J. Amer. Med. Ass. 170, 455, 1959
ref.: Z.org. ges. Chir. 157, 23, 1959/60

20. D e n n i n g, H.:
Lehrbuch der Inneren Medizin
Verlag Georg Thieme Stuttgart 1952

21. D i e t r i c h, H., R. K a r s h n e r u. S. S t e e l e:
Tetanus und Verletzungen der Wirbelsäule im Kindesalter
J. Bone Surg., Am. Ed.-Brit. Ed. 22, 43, 1940
ref.: Z.org. ges. Chir. 99, 228, 1940

22. L e D o u r n e u f, G. u. L. F i t t e:
Cyphose post-tétanique chez un enfant de 10 ans
Nourrisson, Paris 35/3, 122, 1947
ref.: Excerpta med. VII 2, 29, 1948

23. E b e r s t a d t, R.:
Über Gibbusbildung bei Tetanus
Münch. med. Wschr. 47, 1318, 1918

24. E c k m a n n, L.:
Tetanus - Prophylaxe und Therapie
Verlag Benno Schwabe Basel/Stuttgart 1960

25. E r l a c h e r, P.:
Über Gibbusbildung bei Tetanus
Zschr. orthop. Chir., Stuttgart 40, 385, 1921

26. E r l a c h e r, P.:
Neue Gesichtspunkte zum Skolioseproblem
25. Orthop. Kongr. 282, 1931

27. F a l d i n i, G.:
Brustwirbelfraktur, Lendenskoliose und Kontraktur einer
unteren Extremität als Komplikation des Wundstarrkrampfes
Chir. org. movim., Bologna 20, 449, 1934
ref.: Z.org. ges. Chir. 70, 105, 1935

28. F a n c o n i, G.:
Erfolgreiche Behandlung eines sehr schweren Tetanus,
multiple Wirbelkörperfrakturen als Folge des Tetanus
Helvet. paediatr. acta 2, 177, 1947

29. F e i s t m a n n - L u t t e r b e c k, E.:
Zur Frage der Wirbelsäulenveränderungen nach Tetanus
Acta radiol., Stockholm 19, 391, 1938
ref.: Z.org. ges. Chir. 93, 150, 1939

30. F o l l m e r, B.:
Wirbelfrakturen bei Tetanuserkrankung.
Zbl. Chir. 77, 411, 1952

31. F r e i d a n k, P.:
Über einen Fall von lokalem Tetanus nach Kriegsverletzung
Inaug. Diss. Würzburg 1944

32. F r i e d r i c h, H.:
Spontanfrakturen der Wirbelsäule bei Tetanus
Zbl. Chir. 59, 1695, 1932
33. F r o m m e, A. u. E. W a c h s:
Wirbelfraktur durch Insulinkrämpfe
Zbl. Chir. 66, 844, 1939
34. G r a c i a n s k i j, W.:
Über Kompressionsbrüche der Wirbel bei Tetanus
Sov. chir. 6, 1057, 1936
ref.: Z.org. ges. Chir. 82, 661, 1937
35. G r u n d m a n n, G.:
Knochenbrüche und Verrenkungen im Krampfanfall
Erg. Chir. 41, 145, 1958
36. G i n t z, E.:
Die Bedeutung der Rückenstreckmuskulatur für die Entstehung von Wirbelkörperbrüchen durch Muskelzug im Starrkrampf (Tetanus- und Cardiazolkrampf) einerseits und Haltungs-kyphosen andererseits
Arch. orthop. Unfallchir. 41, 64, 1942
37. H a l u z i c k ý, M.:
Wirbelfrakturen bei Tetanuserkrankungen
Zbl. Chir. 86, 2195, 1961/II
38. H a u m a n n, W.:
Die Wirbelbrüche und ihre Endergebnisse
Verlag Georg Thieme Stuttgart 1930
39. H e n s c h e n, C.:
Über Wesen und Ursache gewisser statischer Deformitäten der Tetanus- und anderer Erschöpfungsfrakturen der Knochen
Arch. klin. Chir., Berlin 173, 219, 1932

40. H e r b i g, F.:
Wirbelfrakturen nach Tetanus
Bruns'Beitr. klin. Chir. 169, 503, 1939
41. H o m m a, H.:
Zur Mechanik der Wirbelsäulenläsionen durch den Tetanusanfall
Wien. klin. Wschr. 72, 745, 1960
42. H ü b n e r, A.:
Tetanusschutzimpfung
Langenbeck's Arch. klin. Chir. 270, 200, 1951
43. K a m n i k e r, K.:
Zur Behandlung der posttetanischen Kyphose
Ztl. Chir. 2433, 1934
44. K i r c h m a i r, W.:
Wirbelsäulendeformierung als Folge des Wundstarrkrampfes
Wien klin. Wschr. 66, 531, 1954
45. K ö l e, W.:
Beobachtungen und klinische Erfahrungen an 372 Tetanusfällen (1927 - 1947)
Arch. klin. Chir., Berlin 269, 37, 1951
46. K r a k e, E.:
Über die Sorgfaltspflicht des Arztes bei der Tetanusprophylaxe
Inaug. Diss. Bonn 1959
47. K r a m a r e n k o, E. J.:
Zur Kyphose nach Tetanus
Vest. chir. im., Grekow 35, 101, 1935
ref.: Münch. med. Wschr. 1255, 1935

48. K r ü g e r, P.:
Tetanus und Tonus der quergestreiften Skelettmuskeln
der Wirbeltiere und des Menschen
Akad. Verlagsgesellsch., Leipzig 1952

49. K u b i c z, S.:
Kompressionsfrakturen der Brustwirbelkörper im Verlauf
eines Tetanus
Pediatr. polska 29, 622, 1954
ref.: Z.org. ges. Chir. 137, 26, 1954/55

50. K ü m m e l, H.:
Die posttraumatische Wirbelerkrankung
Arch. klin. Chir., Berlin 118, 876, 1921

51. L a n g e, M.:
Grundlagen der Beurteilung von Wirbelsäulenverletzungen
und Wirbelsäulenerkrankungen
Hefte Unfallk., Berlin 41, 1951

52. L i e c h t i, A.:
Die Röntgendiagnostik der Wirbelsäule
Wien 1948

53. L i n d e m a n n - K u h l e n d a h l :
Die Erkrankung der Wirbelsäule
Verlag Georg Thieme Stuttgart 1953

54. L i n d e r, F.:
Der Tetanus
in: Bergmann-Frey-Schwiegk: Handbuch der Inneren Medizin
Band I, 1. Teil, Berlin 1952

55. I p p e r t, A. u. H. P o k i e s e r :
Über Wirbelfrakturen nach Tetanus
Münch. med. Wschr. 102, 2446, 1960

56. L o b, A.:
Die Wirbelsäulenverletzung und ihre Ausheilung
Fortschr. Röntgenstr. 61, 1954
57. L ö h r, R.:
Wundstarrkrampf und Blockwirbel
Bruns'Beitr. klin. Chir. 169, 1, 1939
58. M a r o t t o l i, O. R.:
Kyphose nach Tetanus
Rev. ortop., Buenos Aires 9, 11, 1939
ref.: Z.org. ges. Chir. 97, 483, 1940
59. M e r c k e l b a c h, F. M. D. L.:
Tetanus neonatorum bedarf der orthopadischen Überwachung
Med. Mschr., Stuttgart 3, 454, 1949
60. M e r t e n s, H. G. u. H. B a d e r:
Über Wirbelbrüche bei der Schockbehandlung
Zschr. Orthop, Stuttgart 81, 80, 1952
61. M e y e r, E. u. L. W e i l e r:
Über Muskelstarre und Koordinationsstörungen bei Tetanus
Münch. med. Wsch. 1525, 1916
62. M e y e r, E. u. L. W e i l e r:
Weitere Untersuchungen über tetanische Muskelverkürzung
Münch. med. Wschr. 49 u. 50, 1567 u. 1611, 1917
63. M i k u l a, M.:
Gibbus beim traumatischen Tetanus
Bratislavské lekarske listy 1, 345, 1922
ref.: Z.org. ges. Chir. 22, 339, 1923
64. M i r o n e s k u, T. u. D. A n g e n o m e n:
Beitrag zum Studium der Kyphose durch Tetanus
Spitalul, Bucuresti 49, 93, 1929
ref.: Z.org. ges. Chir. 46, 806, 1929

65. M ö r l, F.:
Grundsätzliche Fragen der Behandlung des Tetanus
Zbl. Chir. 89, 433, 1964
66. M ü l l e r, A.:
Wirbelsäulendeformitäten nach Tetanus
Inaug. Diss. Würzburg 1954
67. N a g y, G.:
Über Gibbusbildung bei Tetanus
Zschr. klin. Med., 127, 434, 1935
68. N e u d ö r f e r, D.:
Zur Frage der Entstehung von Wirbelkompressionsfrakturen
nach Tetanus
Inaug. Diss. Erlangen 1937
69. O d e, A. M.:
Wirbelkörperkompressionen durch Tetanus
Zschr. Orthop., Stuttgart 80, 233, 1951
70. O r a t o r, V.:
Halbseitiger Tetanus
Zbl. Chir. 71, 1074, 1944
71. P a l a g i, P.:
Le localizzazione vertebrali nella febbre ondulante
Chir. org. movim., Bologna 20, 31, 1934
ref.: Z.org. ges. Chir. 70, 108, 1935
72. P a l t r i n i e r i, M.:
Cifosi da tetano
Chir. org. movim., Bologna 26, 130, 1940
ref.: Z.org. ges. Chir. 101, 418, 1941
73. P i r n e r, F.:
Tetanus
Med. Klin. 48, 1597, 1953

74. P i t z e n, P.:
Kurzgefaßtes Lehrbuch der orthopädischen Krankheiten
München-Berlin 1950
75. P i z z i o l o, I.:
Su un caso di cifosi da tetano
Arch. ortop., Milano 55, 25, 1939
ref.: Z.org. ges. Chir. 95, 307, 1940
76. P o k o r n y, L.:
Wirbelsäulenveränderungen nach Tetanus
Röntgenpraxis, Leipzig 9, 813, 1937
77. P o r t m a n n, A.:
Spätfolgen nach Wundstarrkrampf mit besonderer Berücksichtigung von Wirbelveränderungen
Inaug. Diss. Zürich 1937
78. P u k y, P.:
Über die Rolle der Zwischenwirbelscheiben bei Wirbelsäulenverkrümmungen
Arch. klin. Chir., Berlin 188, 171, 1937
79. P u s c h, G.:
Zur Frage der Wirbelkörperkompressionen durch Tetanus
Zschr. orthop. Chir., Stuttgart 48, 446, 1927
80. R a n d, C. W.:
Posttetanischer Gibbus
Bull. neur. Soc., Los Angeles 3, 141, 1938
ref.: Z.org. ges. Chir. 93, 673, 1939
81. R a n d u l e s c o, A. D. u. B. S u z a n:
La cyphose tétanique
Rev. orthop. slave 24, 578, 1937
ref.: Z.org. ges. Chir. 88, 682, 1938

82. R i t t e r, H.:
Über Wirbelsäulenveränderungen im Gefolge von Tetanus
Inaug. Diss. Breslau 1924
83. R i v o l t a, E.:
Gibbus da tetano
Boll. Poliamb. Ronzoni, Milano 11, 73, 1937
ref.: Z.org. ges. Chir. 84, 612, 1937
84. R o b e r g, O. T.:
Wirbelsäulendeformität nach Tetanus und Beziehung zu
juveniler Kyphose
J. Bone Surg., Am. Ed.-Brit. Ed. 19, 603, 1937
ref.: Z.org. ges. Chir. 86, 83, 1938
85. R o g g e, F.:
Veränderungen der Wirbelsäule nach Tetanus
Inaug. Diss. Disseldorf 1937
86. R y c h l i k, E.:
Kyphose nach Tetanus
Cas. cesk. lék. 1575, 1933
ref.: Z.org. ges. Chir. 66, 197, 1934
87. S c h a n z, A.:
Zur Anatomie und Physiologie der Wirbelsäule
Zschr. orthop. Chir., Stuttgart 55, 549, 1931
88. S c h a n z, A.:
Zur Beurteilung und Behandlung des Wirbelbruches
Arch. klin. Chir., Berlin 163, 292, 1931
89. S c h a r s i c h, E.:
Aussprache auf dem 19. Mitteldeutschen Chir.-Kongreß
Zbl. Chir. 3089, 1931

90. S c h e u e r m a n n, H.:
Kyphosis juvenilis
Fortschr. Röntgenstr. 53, 1, 1936
91. S c h l ö s s e r, B.:
Über Wirbelsäulenverbiegung bei Tetanus
Inaug. Diss. Münster 1936
92. S c h m o r l - J u n g h a n n s :
Die gesunde und die kranke Wirbelsäule im Röntgenbild
Verlag Georg Thieme Stuttgart 1953
93. S c h o e n, H.:
Medizinische Röntgentechnik
Verlag Georg Thieme Stuttgart 107, 1956
94. S c h ü t z, W.:
Die Behandlung der Wirbelkompressionsabrisse durch
allmähliche Aufrichtung
Chirurgie 112, 1951
95. S o n n e n s c h e i n, A.:
Die Wirbelbrüche beim Elektroschock
Klin. Wschr. 498, 1951
96. S p i e ß, P.:
Kyphoskoliose nach Tetanus
Münch. med. Wschr. 288, 1920
97. S t i r n e m a n n, H.:
Analyse von 149 Tetanusfällen
Schweiz. med. Wschr. 83, 601, 1963/I
98. S t u r m, H.:
Diagnose und Differentialdiagnose des Starrkrampfes
Münch. med. Wschr. 94, 1115, 1952/I

99. S u j o y, E.:
Wirbelsäulenverletzung bei kindlichen Tetanus
Pediatrics 29, 629, 1962
100. V i g a n ò, A.:
Wirbelsäulenveränderung nach Tetanus
Arch. ortop., Milano 51, 359, 1935
ref.: Z.org. ges. Chir. 74, 523, 1935
101. V i n z, H.:
Frakturen im Bereich von Brust- und Lendenwirbelsäule
bei Kindern
Zbl. Chir. 89, 817, 1964
102. W e n z l, M.:
Spätfolgen nach Tetanus
Klin. Med., Wien 3, 918, 1948
103. W i l h e l m, A.:
Unfall- und Versicherungsmedizin
Münch. med. Wschr. 14, 653, 1962/I
104. W i n t e r s t e i n, O.:
Über Wirbelsäulenveränderung nach Tetanus
Schweiz. med. Wschr. I, 139, 1937
105. Z u c k s c h w e r d t, L. u. R. A x t m a n n:
Wirbelveränderungen nach Wundstarrkrampf
Dtsch. Zschr. Chir. 238, 627, 1933
106. Z ü r c h e r, P.:
Die posttetanische Kyphose
Ann. paediatr., Basel 170, 32, 1948
ref.: Excerpta med. VII 4, 85, 1950

Es ist mir eine angenehme Pflicht,
Herrn Prof. Dr.med. G. HEGEMANN
für die Überlassung des Themas
und die Übernahme des Referates
meinen besten Dank auszusprechen.

Für die Erlaubnis, Einblick in die
Krankenberichte zu nehmen und für die
Überlassung der Patienten bin ich
Herrn Prof. Dr.med. A. WINDORFER,
Leiter der Kinderklinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg,
zu herzlichem Dank verpflichtet.

L E B E N S L A U F

Am 7.12.1938 wurde ich, Ingrid Langhammer, geb. Hofmann, als Tochter des Ehepaares Albert Hofmann und Olga, geb. Kretzschmar zu Leipzig geboren.

Nach dem Besuch der Volksschule trat ich 1953 in die Humboldt-Oberschule Leipzig ein, in der ich 1955 die mittlere Reife und 1957 die Reifeprüfung ablegte.

Bevor ich das Studium der Zahnheilkunde im Sommersemester 1959 an der Universität Erlangen begann, mußte ich eine Ergänzungsprüfung zum SBZ-Abitur ablegen. Nach fünfsemestrigen Studium bestand ich das Physikum 1961 an der Universität Erlangen. Während der fünf klinischen Semester war ich an den Universitäten Bonn und Erlangen-Nürnberg immatrikuliert.

Am 19.8.1964 beendete ich das zahnärztliche Staatsexamen vor dem Prüfungsausschuß der Universität Erlangen-Nürnberg und erhielt mit selbigem Datum meine Bestallung als Zahnärztin ausgestellt.



Buchdruck und Fotodruck : Ludwig Müller, Erlangen, Fahrstraße 5